

Geografia

CARACTERIZAÇÃO MORFORMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IPANEMA-PE/AL

MORPHOMETRIC CHARACTERIZATION OF THE IPANEMA-PE / AL
RIVER WATER BASIN

CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA DE LA CUENCA DE
AGUA DEL RÍO IPANEMA-PE / AL

José de Barros SILVA NETO¹

netojose498@gmail.com

Gabriella Falcão de OLIVEIRA¹

gabriellaf495@gmail.com

Lyvia Ramos SOUZA¹

rsouza.lyvi@gmail.com

Mariza Rodrigues da SILVA¹

mariza69.mr@gmail.com

Izabela Maria da CONCEIÇÃO¹

misabela472@gmail.com

Deyvid Luam da Silva PANTA¹

luam.panta@gmail.com

Gabriel Alan de Sousa SOARES¹

gabriel_alan98@hotmail.com

Iaponan Cardins de Sousa ALMEIDA²

iaponancardinsdoc@gmail.com

Daniel Dantas Moreira GOMES²

daniel.gomes@upe.br

RESUMO

Os estudos sobre as bacias hidrográficas sempre foram assuntos importantes, tanto para a gestão do meio ambiente, mas também para a sociedade, considerando isso, o presente artigo tem como objetivo analisar os índices morfométricos para compreensão do Rio Ipanema. Com a utilização do *software* Arcgis 10.4 e cenas do Radar SRTM com de resolução de 30m espacial, foi possível entender as características físicas desta bacia e sua dinâmica do comportamento da rede de drenagem, desde sua nascente até o exutório, também foi possível que a partir destas análises, futuros problemas ambientais, tal como erosão do solo possam ser evitados no local. Enfim os resultados alcançados nesta análise sobre a bacia do Rio Ipanema possam ser utilizados tanto para entender sua dinâmica,

¹ Aluno de Graduação do Curso de Licenciatura em Geografia da Universidade de Pernambuco – UPE, Garanhuns

² Professor do Curso de Licenciatura em Geografia da Universidade de Pernambuco – UPE, Garanhuns

mas também para futuramente um monitoramento para um uso mais racional deste recurso natural.

Palavras-Chave: Bacia hidrográfica, Rio Ipanema, Análise morfométrica.

ABSTRACT

Studies on watersheds have always been important issues, both for environmental management and for society, considering this, this article aims to analyze the morphometric indices for understanding the Ipanema River. Using the software Arcgis 10.4 and scenes of Radar SRTM with 30m spatial resolution, it was possible to understand the physical characteristics of this basin and its dynamics of the drainage network behavior, from its source to the outflow, it was also possible that from From these analyzes, future environmental problems such as soil erosion can be avoided at the site. Finally, the results achieved in this analysis of the Ipanema River basin can be used not only to understand its dynamics, but also for future monitoring for a more rational use of this natural resource.

Keywords: Hydrographic basin, Rio Ipanema, Morphometric analysis

RESUMEN

Los estudios sobre cuencas hidrográficas siempre han sido temas importantes, tanto para la gestión ambiental como para la sociedad. Teniendo en cuenta esto, este artículo pretende analizar los índices morfométricos para comprender el río Ipanema. Usando el software Arcgis 10.4 y las escenas de Radar SRTM con una resolución espacial de 30 m, fue posible comprender las características físicas de esta cuenca y su dinámica del comportamiento de la red de drenaje, desde su origen hasta el flujo de salida, también fue posible que desde A partir de estos análisis, los problemas ambientales futuros como la erosión del suelo pueden evitarse en el sitio. Finalmente, los resultados logrados en este análisis de la cuenca del río Ipanema se pueden utilizar no solo para comprender su dinámica, sino también para el monitoreo futuro para un uso más racional de este recurso natural.

Palabras clave: Cuenca hidrográfica, Río Ipanema, Análisis morfométrico.

1. INTRODUÇÃO

Para compreender toda a importância de uma bacia hidrográfica tem que se entender o que é uma bacia, segundo Granell-Pérez, (2001). “A bacia hidrográfica ou a bacia de drenagem é constituída pelo conjunto de superfícies que, através de canais e tributários, drenam água de chuva, sedimentos e substâncias dissolvidas para um canal principal cuja vazão ou deflúvio converge numa saída única (foz do canal principal num outro rio, lago ou mar).”

Por isso a importância de fazer vários estudos sobre ela desde da parte física, suas interações com o lugar e como é utilizada na sociedade, neste sentido o estudo da análise morfométrica de uma bacia hidrográfica é de grande valor científico, por ser um ponto de

partida para entender a rede hidrológica e toda a dinâmica ligada a ela desde a parte física até sua estrutura geomorfológica, com a obtenção de vários dados que são analisados, ocorrendo desta forma uma compreensão em escala local ou regional, e que podem servir para o planejamento e manejo delas.

Para Gomes (2014), é importante considerar as características morfométricas da bacia hidrográfica, analisando-a de forma sistêmica e considerando-a de forma integrada, pois essas características refletem inúmeros processos de sua evolução e determina sua capacidade de suporte a ocupação, possibilitando o melhor aproveitamento dos recursos naturais e um diagnóstico adequado sobre os mesmos.

Desta forma não se pode fazer o estudo de forma separada do resto do ambiente, mas sempre relacionando a bacia hidrográfica com os vários aspectos que estão fazendo toda a dinâmica do funcionamento dos sistemas bióticos e abióticos, juntamente com os processos endógenos e exógenos que modelam o meio em que se encontra.

A palavra morfometria tem sua etimologia Morfo + Metro + Ia, ou seja, essa análise tem como princípio estudar as medidas das formas físicas e dos fenômenos terrestres. No qual “a análise morfométrica corresponde a um conjunto de procedimentos que caracterizam aspectos geométricos e de composição dos sistemas ambientais, servindo como indicadores relacionados à forma, ao arranjo estrutural e a interação entre as vertentes e a rede de canais fluviais de uma bacia hidrográfica” (CHRISTOFOLETTI, 1999)

Complementando essa ideia de Christofolletti, para Lima e Fontes (2015), "Os estudos sobre a morfometria complementam os estudos sobre as bacias hidrográficas, sobretudo por apontarem diretrizes para planejamento e a gestão de sua área."

Nesta perspectiva o presente trabalho tem como objetivo caracterizar a Bacia do rio Ipanema com os indicadores morfométricos, no qual foram 14 indicadores, categorizados em análises linear, areal e hipsométrica

Caracterização da área de Estudo

O estudo da análise morfométrica foi desenvolvida na Bacia hidrográfica do rio Ipanema situada maior parte no estado de Pernambuco e a parte sul da bacia localizada em Alagoas, sendo que esta bacia possui uma área de 6.209,67 km², no qual sua nascente situa-se na cidade de pesqueira-PE e sua foz em Belo Monte /AL, no qual este percurso passa por 13 municípios, em Pernambuco são Pesqueira, Alagoinha, Venturosa, Pedra, Buíque, Tupanatinga e Águas Belas, e no estado de Alagoas são Poço das Trincheiras,

Santana do Ipanema, Olivença, Major Isidoro, Batalha e Belo monte. Suas coordenadas estão entre 8°17'20" e 9°54'0" de Latitude Sul; 36°27'20" e 37°36'0" de Longitude Oeste (Figura 01).

E por estar em uma região semiárida o solo de acordo com estudos da EMBRAPA (2000), “os solos no Ipanema são formados predominantemente por Regossolos nas altitudes menores e solos Litólicos, nas áreas de topo.” Desta forma causando uma modelagem típica desta região e afetando na qualidade do solo, e com isso fazendo com que aspecto da rede de drenagem também tenha aspectos que se estruture de acordo com o lugar.

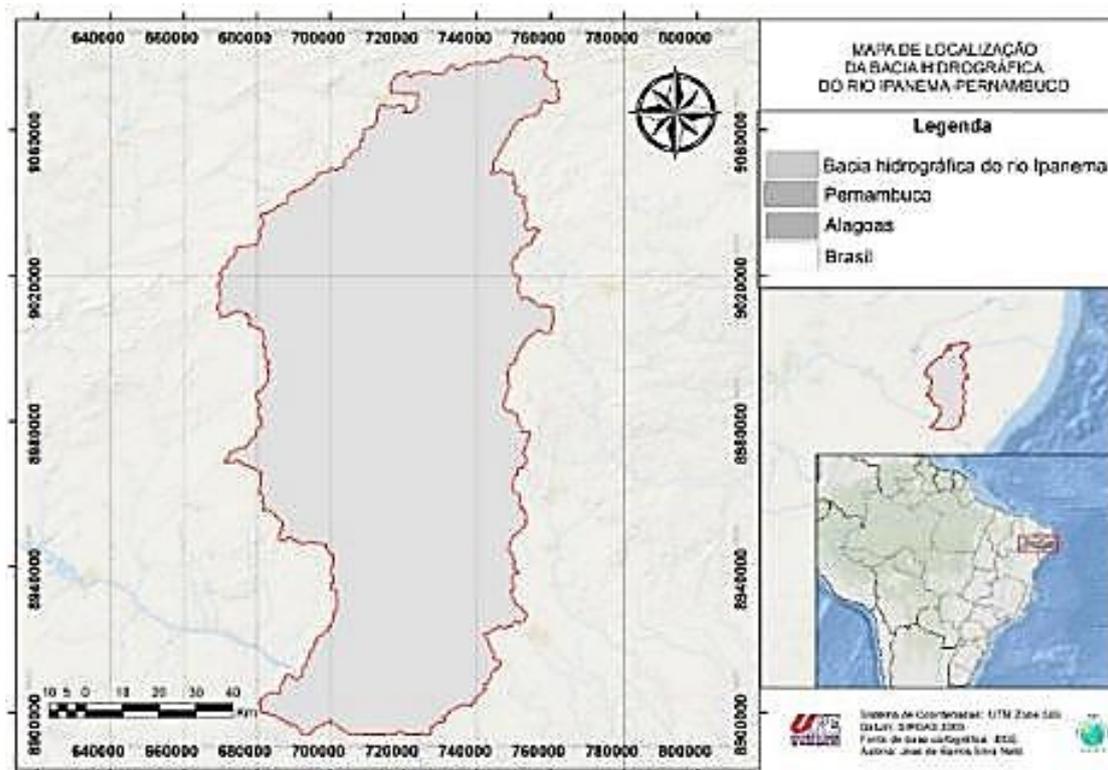


Figura 1 - Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Ipanema

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho teve como início o levantamento do tema análise morfométrica em teses, dissertações e artigos científicos, logo após as leituras ocorreu a obtenção da cena 08S375ZN e 09S375ZN do SRTM no *site* do TOPODATA, em que fornece as cenas com resolução de 30 m.

Logo após esta primeira e segunda etapa foi utilizado o Software Arcgis 10.4 com a ferramenta ArcToolbox, utilizando as seguintes ferramentas do recurso *Hidrology* (*Fill*, *Flow direction*, *Flow accumulation*, *Stream Order*), depois desta etapa foi utilizando no

mesmo SIG a ferramenta *Con* que fica no *arctoolbox* em *Conditional* para fazer as análises morfométricas possibilitando fazer a delimitação da bacia hidrográfica do rio Ipanema, e conseqüentemente todas as outras etapas no mesmo SIG que foi fator fundamental para obtenção dos dados e da elaboração dos mapas.

Depois da delimitação da bacia, ocorreu a etapas de formação com as ferramentas Spatial Analyst Tools (Hidrology e Conditional), desta forma obteve-se a área da bacia, perímetro, a sua forma, padrão de drenagem, a hierarquia de drenagem, direção dos rios, ordenamento dos cursos de drenagem, comprimento do rio principal, coeficiente de manutenção

Para fazer a análise morfométrica da bacia do rio Ipanema foram utilizados 14 indicadores:

- 1- Área (A): Segundo Machado e Torres (2012), “A área da bacia, também designada como área de contribuição, corresponde a toda a área drenada pelo conjunto do sistema fluvial em projeção horizontal, inclusa entre seus divisores topográficos.
- 2- Perímetro (P): Segundo Machado e Torres (2012), “corresponde à extensão da linha que a limita, ou seja, corresponde ao comprimento dos limites estabelecidos pelos divisores de água”.
- 3- Índice de Circularidade (Ic): Relação entre a área da bacia e a área do círculo de mesmo perímetro que ela, em que 0 significa mais estreita e alongada e 1 totalmente circular. Formula: $Ic = A/Ac$, Ic: Índice de Circularidade, A: área da bacia, Ac: círculo correspondente da bacia.
- 4- Densidade de Drenagem (Dd): “informa o comprimento (em Km) de canal fluvial disponível para drenar cada unidade de área da bacia (km²)” segundo GRANELL-PÉREZ, 2001). Formula: $Dd = La/A$, Dd: Densidade de drenagem, La: comprimento total dos canais e A é a área da bacia hidrográfica (Tabela 01).

Tabela 1 - Classes de interpretação para valores da Dd Fonte: Beltrame (1994, p.84)

Classes de valores (Km/Km ²)	Interpretação
Menor que 7,5	Baixa densidade de drenagem
Entre 7,5 e 10,0	Média densidade de drenagem
Maior que 10,0	Alta densidade de drenagem

- 5- Coeficiente de manutenção (C_m): “tem por objetivo revelar a área mínima necessária (em m^2) para a manutenção de um metro de canal de escoamento permanente” (SILVA; SCHULZ; CAMARGO, 2003; CHRISTOFOLETTI, 1980). Formula: $C_m = 1/D_d$, C_m : Coeficiente de manutenção, D_d : Densidade de drenagem.
- 6- Hierarquia fluvial tem como método de ordenamento dos rios o de Strahler que de forma mais clara o rio principal não precisa ter o mesmo número de ordem em toda sua extensão, ou seja, para um rio de segunda ordem precisa de dois rios de primeira ordem para o mesmo ponto.
- 7- Padrões de drenagem “referem-se ao arranjo espacial dos cursos fluviais”. Dendrítica “designada como arborescente, por que seu desenvolvimento se assemelha à configuração de uma árvore. (Christofoletti, 1980).
- 8- Relação de bifurcação (R_b): segundo CHRISTOFOLETTI (1980), “relação entre o número total de segmentos de determinada ordem e o número total dos segmentos de ordem imediatamente superior. Formula: $R_b = N_u/N_{u+1}$, R_b : relação de bifurcação, N_u : número de segmentos de determinada ordem e N_{u+1} : é o número de segmento da ordem superior a anterior.
- 9- Comprimento do canal principal (L): “a distância que se estende ao longo do curso d’água, desde sua nascente até o ponto mais baixo, a foz.
- 10- Índice de sinuosidade (I_s): “ relação entre o comprimento do canal e a distância do eixo do vale. ” (Machado e torres, 2012). Formula: $I_s = L_c/L_v$, I_s : índice de sinuosidade, L_c : é o comprimento do rio principal e L_v : é o comprimento do eixo da bacia (Figura 02).

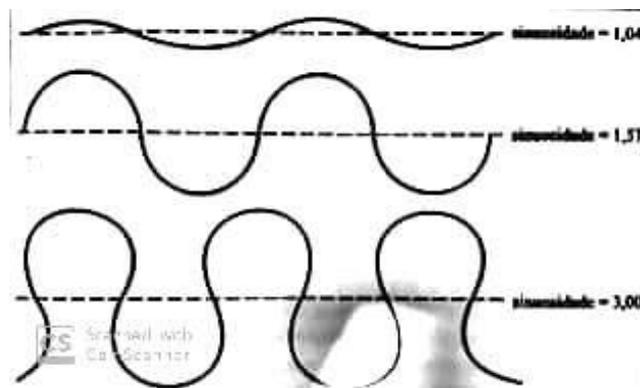


Figura 2 - Índice de sinuosidade.
Fonte: Adaptado de Christofoletti (1980)

Nos três últimos dados foi gerado um mapa altimétrico, utilizando o recurso *slope* que está no *arctoolbox* em *Spatial Analyst Tools* (*Surface*, que possibilitou saber o ponto da nascente e de sua foz e qual a altitude máxima e mínima que esta bacia tem.

- 11- Amplitude altimétrica (M), serve para indicar se a bacia tende a ser um relevo montanhoso ou não.
- 12- Amplitude mínima: mostrará o lugar mais baixo da bacia.
- 13- Amplitude máxima: mostrará o lugar mais alto da bacia.
- 14- Por último foi gerado um mapa de declividade gerado pelo recurso (*slope*), segundo Machado e Torres (2012), “a declividade controla em grande medida a velocidade com que se dá o escoamento superficial, afetando assim a maior ou menor infiltração da água”.

Tabela 2 - Classes de relevo e suscetibilidade à erosão. Adaptado de: Lemos e Santos (1982); Silva, Schulz e Camargo (2003)

Declividade	Relevo	Suscetibilidade à erosão
Até 8%	Plano e suave ondulado	Ligeira
>8 ≤ 20%	Ondulado	Moderada
>20 ≤ 45%	Forte ondulado	Forte
>45%	Montanhoso e escarpado	Muito forte

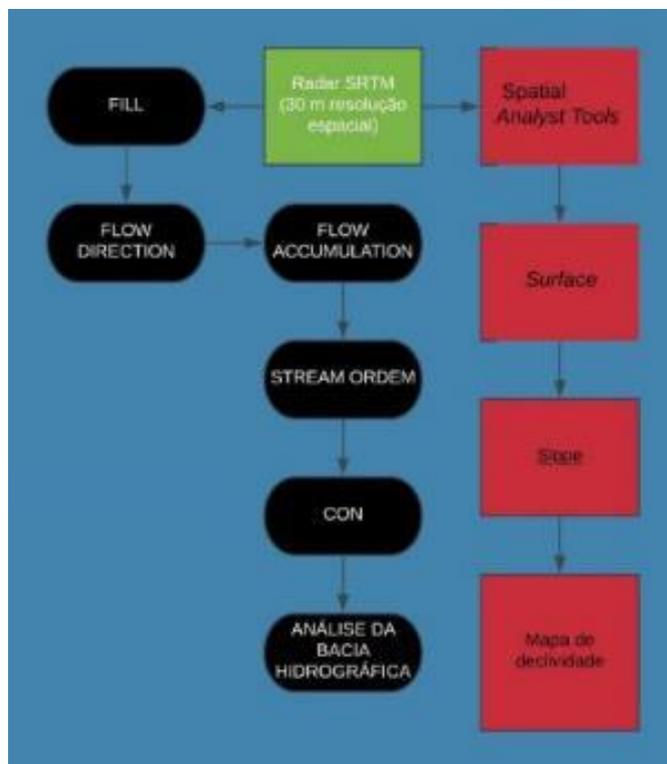


Figura 3 - Fluxograma da obtenção da ordem de Hierarquia dos canais e da Declividade

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A bacia hidrográfica do rio Ipanema de acordo com os indicadores da análise morfométrica, foi realizado com três tipos de análise, a linear, areal e a hipsométrica, que se mostrou bastante importante para um planejamento futuro desta bacia.

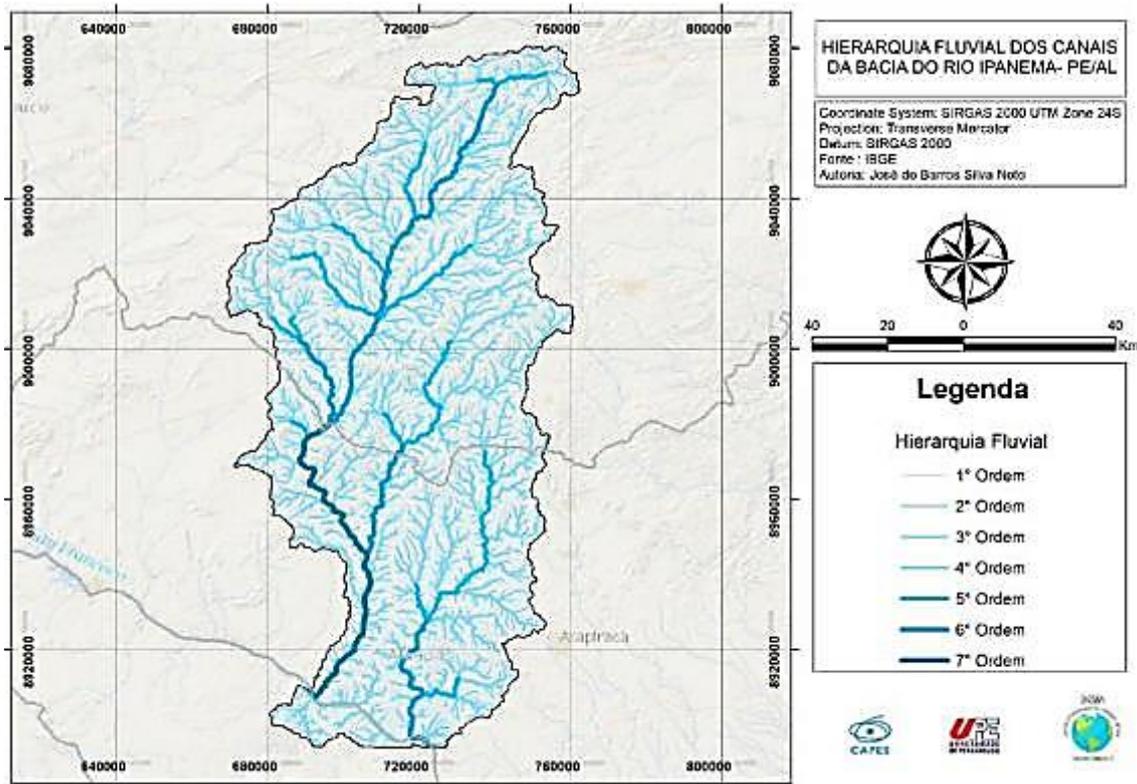


Figura 4 - Mapa da hierarquia Fluvial da Bacia hidrográfica do rio Ipanema

Na Tabela 3, foram obtidos cinco parâmetros desta bacia, que possibilitou ter a hierarquia fluvial de ordem 7^a, que foi classificada de acordo com o sistema de Strahler, mostrando ser bem ramificando e conseqüentemente uma tendência de uma rede de drenagem bastante elevada, no qual seu canal principal tem 2.449 Km, e que seu padrão de drenagem de acordo com Christofolletti é Dentrítica, sendo assim a bacia do rio Ipanema “designada como arborescente, porque seu desenvolvimento assemelha-se à configuração de uma árvore. (Christofolletti, 1980). E por último na análise linear o índice de sinuosidade, sendo que esta bacia mostrou tanto nos dados, quanto visualmente não ser um rio com muitas voltas sinuosas e sim mais acentuadas.

Tabela 3 - Resultado da Análise linear

Análise linear	Análises	Unidade de medida	Total
	Hierarquia fluvial	Ordem	7 ^a
	Padrões de drenagem	Classe Ordem	Dentrítica
	Relação de bifurcação - Rb	1 ^a – 2 ^a Ordem	2,87
		2 ^a – 3 ^a Ordem	3,12
		3 ^a – 4 ^a Ordem	3,06
		4 ^a – 5 ^a Ordem	2,76
		5 ^a – 6 ^a Ordem	3,68
		6 ^a – 7 ^a Ordem	2,14
Comprimento do canal principal - L	Km	2.449	
Índice de sinuosidade - Is	Is	1.45	

Na Tabela 4 tem os resultados da análise areal, que serve e tem grande importância para saber a estrutura e dinâmica da bacia hidrográfica estudada. Como mostra a tabela a área da bacia é bastante extensa com 6.209,67 Km², com um perímetro de 6.471 km. No índice de circularidade teve 0,47 sendo considerada uma bacia não totalmente circular, mas também não sendo considerada uma bacia estreita, desta forma a bacia hidrográfica do rio Ipanema não tem muita tendência de ocorrer enchentes e assim havendo um escoamento mais bem distribuído por todo seu percurso. Na densidade de drenagem foi obtido como resultado 13,69, segundo os autores Silva, Schulz e Camargo (2003), menor que 7,5 tem uma baixa drenagem, entre 7,5 e 10 uma drenagem mediana e acima de 10 e uma alta capacidade de drenagem dos rios. No Coeficiente de manutenção o valor obtido foi apenas de 0,07 m², ou seja, tem a “finalidade de mostrar a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento” (SILVA; SCHULZ; CAMARGO, 2003).

Tabela 4 - Resultado da análise areal

Análise areal	Análises	Unidade de medida	Total
	Área - A	km ²	6.209,67
	Perímetro - P	km	6.471
	Índice de Circularidade - Ic	Ic	0,47
	Densidade de Drenagem - Dd	Km/Km ²	13,69
	Coeficiente de manutenção - Cm	M ²	0,07

Segundo (CHRISTOFOLETTI, 1980), “a hipsometria possui relação com a dinâmica da água na bacia hidrográfica, pois a água da chuva tende a escoar da parte mais alta do relevo ondulado, forte ondulado, montanhoso e forte montanhoso para a parte mais baixa e infiltrar em relevo plano ou suave ondulado. A hipsometria se preocupa em estudar as inter-relações existentes em determinada unidade horizontal de espaço no tocante a sua distribuição em relação às faixas altitudinais, indicando a proporção ocupada por determinada área da superfície terrestre em relação às variações altimétricas a partir de determinada isopa base”. A Tabela 5 mostra o resultado análise da hipsométrica da área estudada.

Tabela 5 - Resultado da análise Hipsométrica

Análise hipsométrica	Análises	Unidade de medida	Total
	Aplitude altimétrica	M	850
	Hipsometria	Amplitude mínima (M)	150
		Amplitude máxima (M)	1000

Na Figura 5 houve a possibilidade de fazer mapeamento com cotas altimétricas, cujo limite de variação de uma para outra foi de 50 metros, no qual esses dados serviram de auxílio na delimitação da bacia hidrográfica da rio Ipanema e para identificar o ponto mais elevado do canal principal que se encontra em Pesqueira-PE até o ponto mais baixo situado em Belo Monte-AL. Ressaltando que a maior parte das variações altimétricas se dar entre as cotas de 250 a 550 metros, englobando grande parte da região de Pernambuco e alguns municípios de Alagoas, percebendo-se então que grande parte do canal principal se situa em torno desta cota altimétrica, ou seja, em uma área que pode ser considerada uma elevação média em relação à área da bacia analisada.

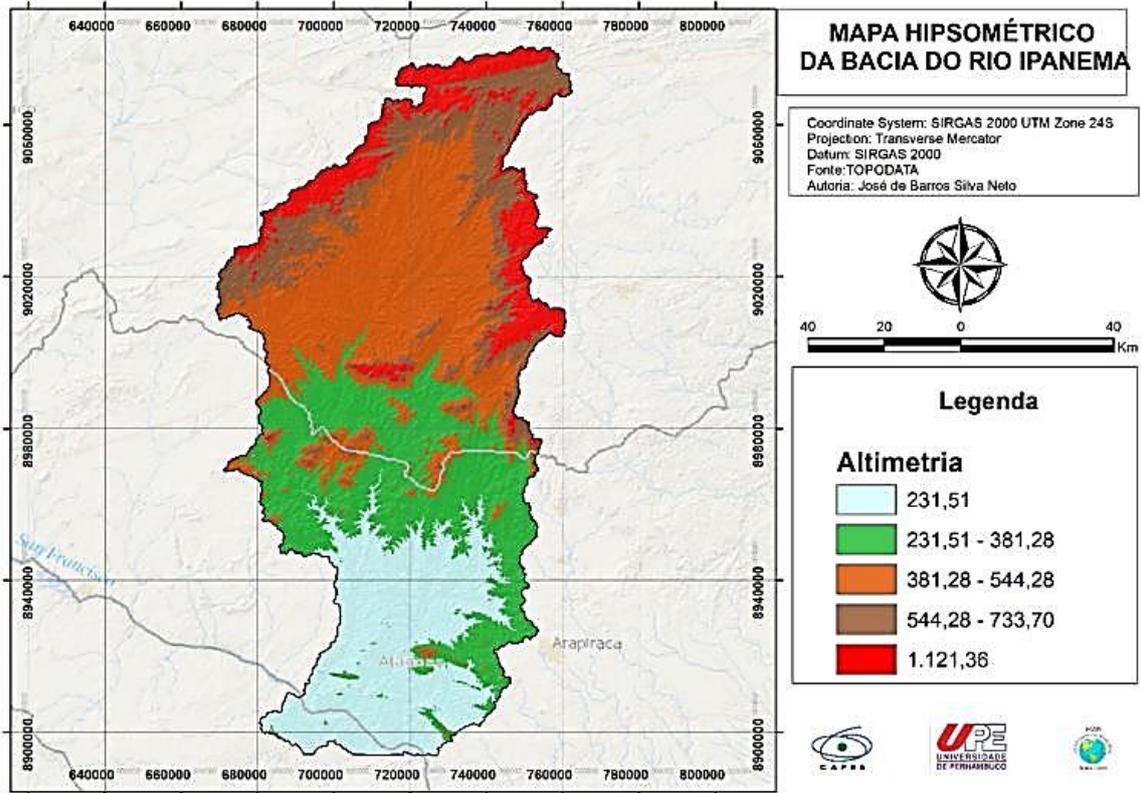


Figura 5 - Mapa hipsométrico da Bacia hidrográfica do rio Ipanema

Seguindo a ideia de que a bacia do rio Ipanema tem uma estrutura e altitude consideravelmente favorável para o escoamento de sua drenagem, mesmo havendo a maior parte do seu relevo plano e suave ondulado como mostra no mapa de declividade (Figura 6). O mapa de declividade foi gerado a partir de imagens disponibilizada no *site* TOPODATA, cenas de *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), ou seja, criações de modelos digitais de elevação. E para confirmar os dados da Figura 5 mostrando que a área analisada tem sua maior parte da área classificada como plano e suave ondulado, e que por ser classificada em sua maior parte em torno de apenas oito por cento e não ultrapassando os vinte por cento a sua suscetibilidade à erosão é ligeira, no caso a pouca chance de ocorrer uma erosão de solo.

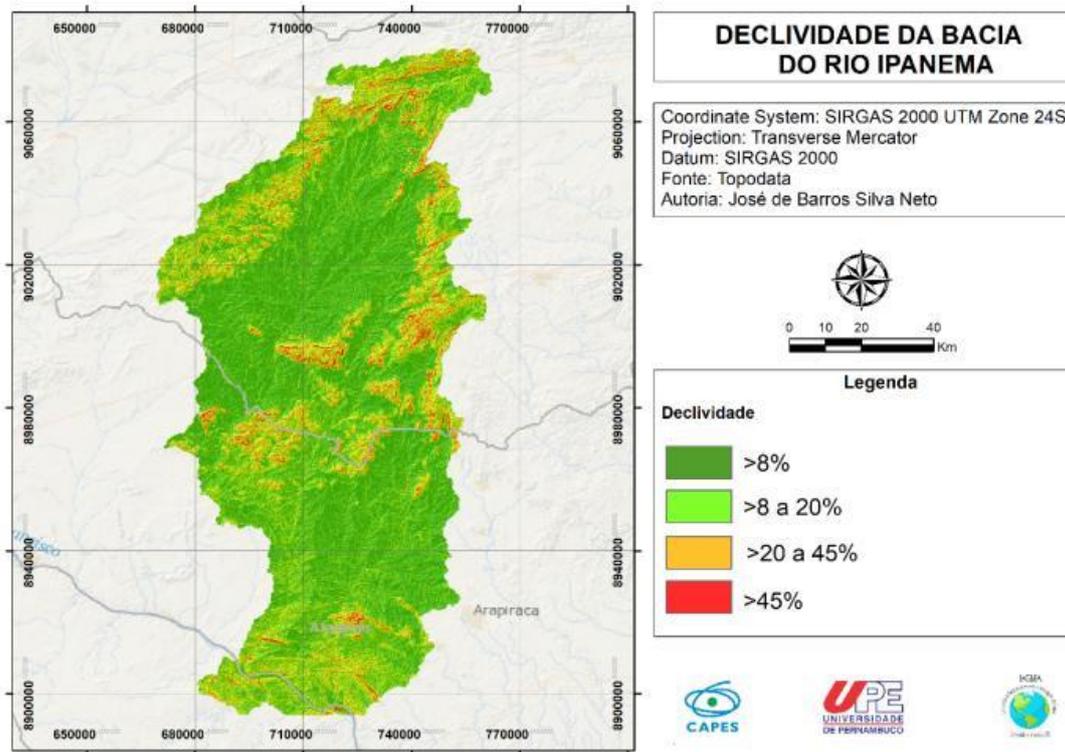


Figura 6 - Mapa da Declividade da bacia hidrográfica do rio Ipanema

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este método de análise de acordo com as leituras feitas sobre o tema nota-se que vem sendo uma forma bastante utilizada por vários tipos de profissionais como Geógrafos, Geólogos, entre outros. Por que esses Software permitem fazer o tratamento das cenas adquiridas e assim fazer uma pesquisa mais rápida e mais confiável destes aspectos da bacia hidrográfica, conseqüentemente ajudando no planejamento ambiental, seja em escala local ou em nível regional.

Os resultados obtidos das cenas de SRTM disponibilizadas pela TOPODATA, possibilitou a conseguir os dados morfométricos que é de grande valia para a gestão ambiental, e que teve como entender sobre os aspectos físicos desta bacia hidrográfica, juntamente com a sua dinâmica que afeta várias cidades por abranger uma área grande na região do semiárido nordestino.

Outro fator importante analisado no mapa de declividade e de hipsometria, que mostrou ter bastante parte de sua bacia em lugares mais ondulados, com menos de 8% e com uma altitude bastante elevada, sendo assim interferindo diretamente no sistema de drenagem dos canais para o seu percurso do rio principal.

Por fim todos os dados apresentados, junto com o SIG que foram utilizado nesta pesquisa com o intuito de que este artigo ajude na gestão dos recursos hídricos desta bacia hidrográfica, possibilitando o melhoramento deste recurso e no uso racional dela no território e para toda a população da região, visto que não a muitas publicações sobre esses parâmetros morfométricos nesta bacia hidrográfica do rio Ipanema.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid), a Universidade de Pernambuco (UPE) pelo financiamento dos recursos da pesquisa “**Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Ipanema-PE/AL**”, junto ao Programa de Fortalecimento Acadêmico (PFA/IC) e ao Laboratório de Geoprocessamento e Modelagem Ambiental (LaGMA) pelo apoio em todo o decorrer da pesquisa.

6. REFERÊNCIAS

- BELTRAME, A. da V. Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação. Florianópolis: UFSC, 1994.
- CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo: Edigard Blucher, 1980.
- CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem de sistemas ambientais. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.
- EMBRAPA. (2000) Zoneamento Agroecológicos do Nordeste. Pernambuco, Brasil.
- GRANELL-PÉREZ, M.D.C. 2001. Trabalhando geografia com as cartas topográficas. Ed. Unijuí: Ijuí, Rio Grande do Sul. p.128.
- Gomes, Daniel & Regina Maia de Lima, Djenane & Duarte, Cynthia & Veríssimo, César & Goldfarb, Maurício. (2014). ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MUNDAÚ -PE/AL. 10.13140/RG.2.1.1338.2488
- LE MOS, R. C. de; SANTOS, R. D. dos. Manual de descrição e coleta de solo no campo. Campinas: SBCS, 1982.
- LIMA, Alex de Sousa; FONTES, Aracy Losano. ESTUDO DE PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JACARECICA (SE). **Interespaço Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade, Grajaú/ma, p.203-221, 17 ago. 2015. Anal. Disponível em: <http://www.periodicoeletronicos.ufma.br/index.php/interespaço/article/view/4443/2434>. Acesso em: 11 jun. 2019.
- MACHADO, J. O. TORRES, F. T. P. Introdução à hidrogeografia. São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- SILVA, A. M. da, SCHULZ, H. E.; CAMARGO, p. B. de. Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas. São Carlos: RIMA, 2003.